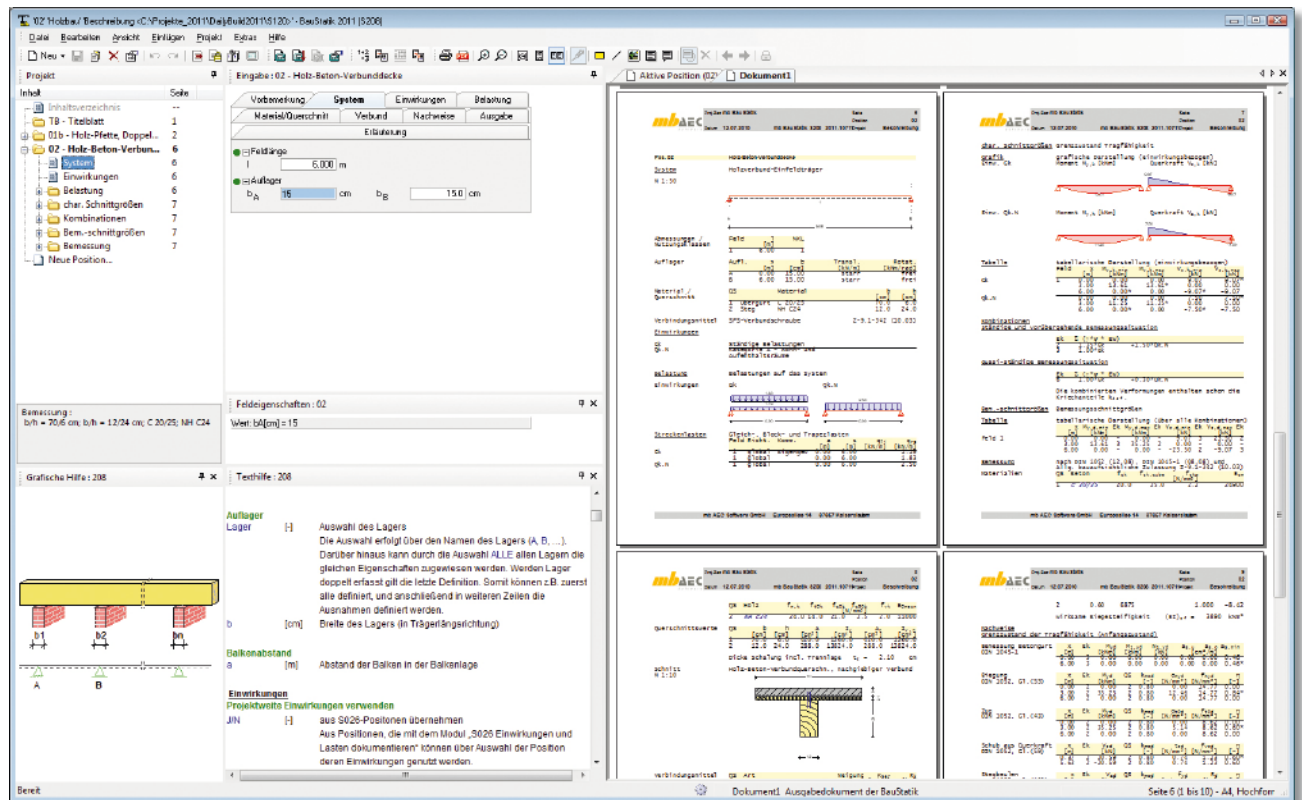


Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Holz-Beton-Verbund

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S208 Holz-Beton-Verbunddecke, DIN 1052 (12/08)

Die Kombination der Baustoffe Holz und Beton ermöglicht eine optimale Ausnutzung der jeweiligen Eigenschaften. Der Verbund führt zu einer höheren Steifigkeit und Tragfähigkeit sowie zu einer Verbesserung der bauphysikalischen Eigenschaften des Gesamtträgers. Holz-Beton-Verbundkonstruktionen werden häufig zur Sanierung und Tragfähigkeitserhöhung im Altbau eingesetzt.



Allgemein

Holz-Beton-Verbundkonstruktionen werden vorwiegend als Deckenkonstruktionen eingesetzt. Diese bieten eine relativ große Steifigkeit bei entsprechend geringer Deckenhöhe. Weitere Vorteile sind die optimale Ausnutzung der spezifischen Werkstoffeigenschaften, Verbesserung des Brandschutzes und des Schallschutzes sowie die Nutzung größerer Spannweiten der Decken.

In einem Neubau besteht die Möglichkeit, die Decke mit voll oder teilweise sichtbaren Holzbalken herzustellen. Dies erhöht so den gestalterischen Wert. Im Vergleich zu einer herkömmlichen Holzbalkendecke ist es möglich, die Tragfähigkeit zu verdoppeln und die Steifigkeit zu verdreifachen.

Der Holz-Beton-Verbund findet bei Altbausanierungen immer häufiger Anwendung. Durch neue Anforderungen an die Decke, wie erhöhte Tragfähigkeit oder erhöhte Gebrauchstauglichkeit, wird eine Ertüchtigung notwendig. Entgegen der üblichen Vorgehensweise wird die vorhandene Holzbalkendecke nicht vollständig abgebrochen, sondern bleibt erhalten. Auch die bestehende Bretterschalung kann unter Umständen erhalten bleiben. So ergibt sich eine Verringerung der Bauzeit und eine erhebliche Kostenersparnis. Gleichzeitig verbessern sich die bereits genannten Eigenschaften der Decke gegenüber der alten Konstruktion.

Die Holz-Beton-Verbunddecke besteht aus einem Holzträger und einer dünnen Betonplatte. Der Holzträger nimmt die Zugspannungen auf. Die Betonplatte wirkt als Druckgurt. Die Längsschubkräfte müssen in der Fuge durch geeignete Verbindungsmittel aufgenommen werden. Aufgrund der Nachgiebigkeit der Verbindungen sind die beiden Querschnittsteile elastisch miteinander verbunden. Anders als beim starren Verbund verschieben sich die Querschnittsteile aus Holz und Beton deshalb relativ zueinander. Die übliche Hypothese vom Ebenbleiben der Querschnitte gilt hier nicht.

System

Im Kapitel „System“ wird das statische System definiert. Hier wird die Feldlänge des Einfeldträgers festgelegt. Die Definition der Auflagerbreite ist für den Nachweis der Auflagerpressung und die maßgebende Stelle der Bemessungsquerkraft notwendig.

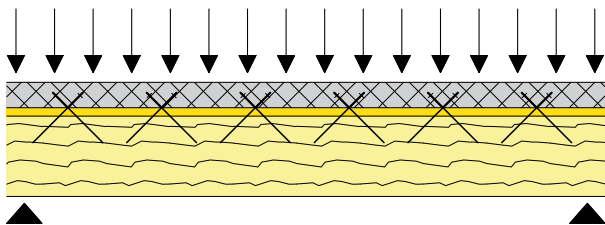


Bild 1. Schematische Darstellung des Verbundsystems

Einwirkungen

Als Einwirkungen können projektweite Einwirkungen aus dem Modul S026 übernommen werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit charakteristische Einwirkungen nach [2], Tab. A.2 zu definieren. Anhand der definierten Einwirkungstypen werden programmseitig die Kombinationsbeiwerte nach [2], Tab. A.2 und die Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED) nach [1], Tab.4 zugewiesen. Die Kombinationsbildung erfolgt automatisch auf der Grundlage der DIN 1055-100.

S208 ermöglicht auch die Vorgabe von Bemessungslasten. Hierzu ist die Kombinationszuordnung (Grundkombination, außergewöhnliche Kombination) und die Zuordnung der Klassen der Lasteinwirkungsdauer (ständig, mittel, kurz, sehr kurz) durch den Anwender vorzunehmen.

Belastung

Das Modul S208 kann das Eigengewicht des Trägerquerschnittes automatisch berechnen und als Belastung ansetzen. Es können Lasten vom Typ „Gleichlast“ definiert werden. Außerdem stehen die Lasttypen „Einzellast“, „Einzelmoment“, „Blocklast“, „Trapezlast“ und „Deckenlast“ zur Auswahl. Nach den Erläuterungen zu DIN 1052 [2], Abs. 8.6 [1] für diese Lasten bei nachgiebigem Verbund nur als Näherungslösung zu sehen. Im Programmausdruck erfolgt deshalb ein entsprechender Hinweis.

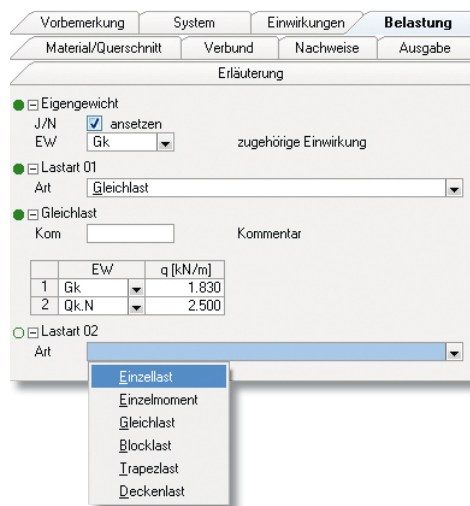


Bild 2. Eingabekapitel „Belastung“

Material / Querschnitt

Der Verbundquerschnitt besteht immer aus einem Betongurt auf der Querschnittsoberseite. Hierfür wird eine Festigkeitsklasse für Normal- oder Leichtbeton entsprechend der DIN 1045-1 bestimmt.

Der Steg aus Holz kann aus den Materialien Nadelholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz ausgeführt werden. Anhand des gewählten Materials werden vom Modul die nach DIN 1052, Anhang F [1] hinterlegten Materialkennwerte für die Festigkeitsklassen verwendet.

Üblicherweise wird als Trennung zwischen Gurt und Steg eine Schalung verwendet. Diese Schalung bleibt auch im Endzustand bestehen und wirkt als Zwischenschicht durch die die Verbindungsmittel geschraubt werden müssen. Die Dicke der Schalung und das Material hat Einfluss auf die Tragfähigkeit und auf das Verschiebungsmodul der Verbindungsmittel.

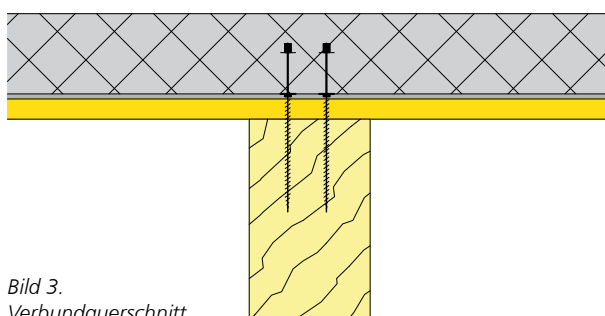


Bild 3. Verbundquerschnitt

Verbund

Als Verbindungsmittel werden speziell für den Holz-Beton-Verbund zugelassene Schrauben angeboten:

- SFS Verbundschrauben VB (Z-9.1-342)
- TCC Schrauben (Z-9.1-603)
- Timco II Schrauben (Z-9.1-445)
- Würth Assy VG Plus (Z-9.1-648)

Die Konstruktionsregeln, Verschiebungsmoduln und Tragfähigkeiten für die Verbindungsmittel sind der jeweiligen Zulassung entnommen und werden vom Modul berücksichtigt.

Ausgehend von einem Startwert für den Verbindungsmittelabstand kann das Modul im Rahmen einer Bemessung den Abstand optimieren. Dabei kann vom Anwender gewählt werden, ob die Verbindungsmittel äquidistant oder entsprechend dem Querkraftverlauf abgestuft angeordnet werden.

Berechnungsgrundlagen

Allgemein

Nach DIN 1052, Abs. 8.2 [1] sind die Steifigkeitskennwerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_M abzumindern.

$$E = \frac{E_{\text{mean}}}{\gamma_M} \quad (1)$$

$$K = \frac{K_{u,\text{mean}}}{\gamma_M} = \frac{2 K_{\text{ser}}}{3 \gamma_M} \quad (2)$$

mit

E	Mittelwert des Elastizitätsmoduls
$K_{u,\text{mean}}$	Mittelwert des Verschiebungsmoduls des Verbindungsmittels
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für Holz $\gamma_M = 1,3$ für Beton $\gamma_M = 1,5$

Bei Verbundquerschnitten, deren Teilquerschnitte unterschiedliches Verformungsverhalten während der Nutzungsdauer aufweisen, ergibt sich dadurch eine unterschiedliche effektive Steifigkeit und Spannungsverteilung im Anfangs- und Endzustand. Nach DIN 1052, Abs. 8.6.1 [1] müssen die Nachweise sowohl für den Anfangs- als auch für den Endzustand geführt werden.

Beim Nachweis im Endzustand dürfen für das Holz die Elastizitäts-, Schub- und Verschiebungsmodulen vereinfachend durch $(1+k_{\text{def}})$ dividiert werden, wobei die jeweiligen Beiwerte k_{def} für die Klasse der Lasteinwirkungsdauer „ständig“ zugrunde gelegt werden dürfen.

Entsprechend DIN 1052, Abs. 8.6.1 (8) [1] darf für Teilquerschnitte aus Beton der Elastizitätsmodul nach DIN 1045-1 angesetzt werden. Beim Nachweis im Endzustand wird vereinfachend das Kriechen durch Division des E-Moduls mit dem Faktor 3,5 berücksichtigt.

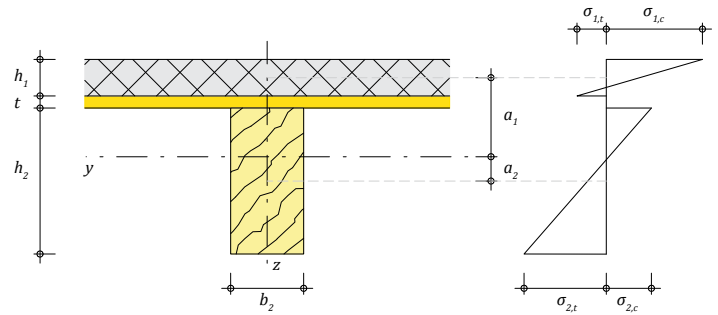


Bild 3. Spannungsverteilung im Verbundquerschnitt

Bestimmungen zur Ausführung

Nach den Zulassungen der Verbundschrauben gelten unter anderem folgende Konstruktionsregeln:

- Der Beton muss mindestens die Festigkeitsklasse C20/25 haben.
- Die Betonplatte muss mindestens 60 mm dick sein.
- In die Platte ist eine Mindestbewehrung von 1,31 cm²/m einzulegen.
- Die Dicke der Schalung und der Trennlage darf 30 mm nicht überschreiten.

Effektive Steifigkeit

Das Modul S208 ermittelt die effektive Steifigkeit $(EI)_{\text{ef}}$ mit dem vereinfachten Berechnungsverfahren nach DIN 1052, Abs. 8.6 [1]. Beim sogenannten γ -Verfahren werden die Steiner-Anteile mit einem Abminderungsfaktor γ multipliziert, der von der Dehnsteifigkeit des jeweiligen Querschnittsteils und der Fugensteifigkeit abhängig ist.

$$(E \cdot I)_{\text{ef}} = \sum_{i=1}^2 (E_i \cdot I_i + \gamma_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i^2) \quad (3)$$

und

$$\gamma_1 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot s_{1,\text{ef}}}{K_1 \cdot I^2}} \quad (4)$$

$$\gamma_2 = 1 \quad (5)$$

$$a_1 = \frac{h_1 + h_2}{2} - a_2 + t \quad (6)$$

$$a_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot t)}{\gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 + \gamma_2 \cdot E_2 \cdot A_2} \quad (7)$$

mit

$E_1 \cdot A_1$	Dehnsteifigkeit des Betongurtes
K_1 / s_1	Fugensteifigkeit
$s_{1,\text{ef}}$	effektiver Abstand der in eine Reihe geschoben gedachten Verbindungsmittel der Fuge
t	Dicke der Schalung

Effektiver Verbindungsmittelabstand

Grundsätzlich können die Verbindungsmittel äquidistant oder entsprechend dem Querkraftverlauf angeordnet werden. Wenn das Modul die Abstufung vornimmt, erfolgt diese bei $\frac{1}{4} L$ und $\frac{3}{4} L$. Nach DIN 1052, Abs. 8.6.2 (1) gelten folgende Beziehungen:

$$s_{\text{max}} \leq 4 \cdot s_{\text{min}} \quad (8)$$

und

$$s_{\text{ef}} = 0,75 \cdot s_{\text{min}} + 0,25 \cdot s_{\text{max}} \quad (9)$$

mit

s_{ef}	effektiver Verbindungsmittelabstand
s_{min}	kleinster Verbindungsmittelabstand
s_{max}	größter Verbindungsmittelabstand

Bemessung im Brandfall

In Bezug auf das Brandverhalten erweist sich die Holz-Beton-Verbunddecke als günstig. Die Betonschicht erzeugt einen dichten Abschluss gegen Rauch. Das Holz schützt den Beton gegen Wärme und verhindert dadurch auch Betonabplatzungen.

Entsprechend dem Vorgehen in der DIN 4102-22 wird der Holzquerschnitt aufgrund des Abbrandes verkleinert, so dass sich eine reduzierte Steifigkeit und Festigkeit ergibt.

Der Brand wirkt sich auch auf die Tragfähigkeit und den Verschiebungsmodul der Verbindungsmittel aus. Nach [4] sind diese Werte in Abhängigkeit der Branddauer und der Holzüberdeckung abzumindern.

Für Betonplatten mit mindestens 60 mm Dicke und einer Schalungsstärke von mindestens 20 mm dürfen für einen Feuerwiderstand bis 60 Minuten näherungsweise die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften bei Raumtemperatur angenommen werden (vgl. [4]).

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) werden folgende Nachweise geführt:

- Spannungsnachweise im Holzträger
 - Biegerandspannung
 - Schwerpunktspannungen
 - Schubspannungen
- Biegebemessung des Betongurtes und Ermittlung der erforderlichen Bewehrung
- Nachweis der Verbindungsmittel nach den entsprechenden Zulassungen
- Nachweis der Auflagerpressung

Mit Ausnahme des Nachweises der Auflagerpressung werden die Nachweise für den Anfangs- und Endzustand und gegebenenfalls den Brandfall geführt.

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) sind diejenigen Zustände, bei deren Überschreitung Verformungen das Erscheinungsbild oder die planmäßige Nutzung des Tragwerks beeinträchtigen. Schwingende Konstruktionen können Unbehagen bei Menschen verursachen oder zu Schäden am Bauwerk führen.

Das Modul S208 führt folgende Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit:

- Elastische Durchbiegung (Gl. 40)
- Enddurchbiegung (Gl. 41)
- Durchhang (Gl. 42)
- Schwingungen

Die Unterscheidung der Durchbiegungsbegrenzung in drei Nachweise [den Gleichungen (40), (41) und (42) nach DIN 1052] ermöglicht es dem Tragwerksplaner in Absprache mit dem Bauherrn zu entscheiden, ob und welche Bedingungen für ein bestimmtes Tragwerk zu berücksichtigen sind.

Der Schwingungsnachweis erfolgt für Decken in Wohngebäuden durch eine Begrenzung der Durchbiegung. Diese wird am ideellen Einfeldträger infolge ständiger und quasi-ständiger Einwirkungen ermittelt.

Die Grenzwerte der Verformungen hängen von der Nutzung des Tragwerks und den daraus resultierenden Anforderungen ab. Aus diesem Grund sind die in DIN 1052, Abs. 9.2 und 9.3 [1] angegebenen Grenzwerte der Durchbiegung von Bauteilen nur Empfehlungen und keine fest vorgeschriebenen Verformungsgrenzen.

Dipl.-Ing. Thomas Blüm
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Ausgabe Dezember 2008. Beuth Verlag
- [2] Erläuterungen zu DIN 1052: 2004-08, 1. Auflage, 2004. Informationsdienst Holz.
- [3] Neuhaus, H.: Ingenieurholzbau: Grundlagen - Bemessung - Nachweise - Beispiele. 2. Auflage, Januar 2009. Vieweg + Teubner
- [4] Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken bis 60 Minuten Feuerwiderstand, Lignum Schweizerische Holzwirtschaftskonferenz, 2001.
- [5] Technische Dokumentation SFS Intec Verbundsystem VB
- [6] Z-9.1-342: SFS Verbundschrauben VB, Deutsches Institut für Bautechnik
- [7] Z-9.1-603: TCC Schrauben, Deutsches Institut für Bautechnik
- [8] Z-9.1-445: Timco II Schrauben, Deutsches Institut für Bautechnik
- [9] Z-9.1-648 Würth Assy VG Plus, Deutsches Institut für Bautechnik

Angebote BauStatik 2010

S208 Holz-Beton-Verbunddecke, 390,- EUR*
DIN 1052 (12/08)

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

BauStatik 5-er Paket 890,- EUR
bestehend aus:

5 BauStatik-Module deutscher Norm nach freier Wahl

(ausgenommen: S018, S408, S409, S755, S756, S928)

Es gelten unsere Allg. Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.
Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenzen, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf DVD. Betriebssystem Windows XP (32) / Windows Vista (32/64) / Windows 7 (32/64) – Stand: Juli 2010

Kurzpreisliste siehe www.mbaec.de